

Рис. 3. Расчетная (1) и экспериментальная (2) нормированные спектральные плотности вертикальных динамических реакций заднего моста

Рассмотрение явлений, происходящих в процессе движения трелевочной машины, позволяет более подробно изучить вопросы, связанные с общей динамикой машины, оценить влияние ударных нагрузок, возникающих в процессе движения, дает возможность более точно изучить динамическое взаимодействие машины и пакета хлыстов.

УДК 630*323

Д.В.Клоков, ассистент

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ МЛПТ-354

The results of operation tests of forwarder MLPT-354 held on thinnings and selective cuttings are presented.

В СНГ и странах дальнего зарубежья имеется большой опыт создания лесных машин на базе колесных сельскохозяйственных тракторов. Работами АО ЦНИИМЭ, КарНИИЛП, С-ПБЛТА, БГТУ подтверждается возможность и целесообразность создания лесных машин на базе колесных тракторов Минского тракторного завода.

МТЗ совместно с Минлесхозом Республики Беларусь, концерном «Беллесбумпром», Рослеспромом, АО ЦНИИМЭ, БГТУ уже ряд лет проводится в этом направлении большая работа.

Создан и успешно эксплуатируется трелевщик ТТР-401 на базе серийного трактора МТЗ-82. В настоящее время изготовлена и проходит испытания погрузочно-транспортная машина с шарнирно-сочлененной ра-

мой на базе трактора МТЗ-82В (МЛПТ-354). Принципиальная схема построения такой машины реализовалась ранее (бесчокерный трактор БГТУ, форвардер ЛТ-189А, трелевщик ЛТ-190 и др.), однако форвардер, созданный на МТЗ, имеет принципиальные отличия, главным из которых является использование на прицепной оси серийного заднего моста трактора МТЗ-82, что отражается на общей компоновочной схеме и параметрах трактора.

МЛПТ-354 имеет собственную массу 9000 кг, грузоподъемность 5 т, длина перевозимых сортиментов 4-6 м, габаритные размеры 8500х2800х3500 мм. На тракторе установлен манипулятор производства МТЗ с пропорциональным управлением, грузоподъемный момент 35 кН·м. Опытные образцы данной машины были испытаны в производственных условиях Республики Беларусь (Негорельский учебно-опытный лесхоз) и Российской Федерации (АО «Ясногский леспромхоз»), результаты испытаний подтвердили эффективность использования данного форвардера на различных видах рубок. Получены положительные результаты по его экологической совместимости с лесной средой.

Согласно проведенному анализу существующих технологических схем заготовки сортиментов на рубках главного и промежуточного пользования и для испытаний МЛПТ-354 приняты варианты, предусматривающие разработку лесосеки с использованием бензиномоторных пил на валке, обрезке сучьев, раскряжевке и погрузочно-транспортной машины на сборе и транспортировке сортиментов на погрузочную площадку, как наиболее применяемые и в Беларуси, и в России.

Обязательным условием при проведении несплошных рубок по данной технологии являлась разбивка лесосеки на пасеки и подготовка пасечных волоков, расстояние между которыми принималось 30 м. Пасеку условно разделяли на 5 полос: пасечный волок (ширина 5 м), две примыкающие сортиментные полосы с шириной до 6 м и две промежуточные полосы шириной до 11 м.

На сортиментной полосе деревья валили таким образом, чтобы максимально приблизить обрезаемые сучья к волоку. На промежуточной полосе деревья валили в направлении пасечного волока (вершиной к волоку) с таким расчетом, чтобы ликвидную древесину разместить вблизи сортиментной полосы, а сучья вблизи волока. Соблюдение этих условий облегчает осучивание сортиментов и подноску коротья в зону действия гидроманипулятора сортиментовоза, а также позволяет укрепить волок сучьями.

После заготовки сортиментов на пасеке машина задним ходом заезжала по волоку вглубь пасеки и при движении к погрузочной площадке производила сбор и укладку пачек сортиментов на грузовую платформу. При этом осуществлялась предварительная подсортировка сортиментов по

размерно-качественным признакам. Закончив набор воза, сортиментовоз двигался к лесовозной дороге, где сортименты выгружались в соответствующие штабеля для последующей транспортировки.

При проведении сплошных рубок производилась разбивка лесосеки на пасеки шириной 15-20 м. Пасеки условно делились на ленты. Посредине располагался волок шириной 5-6 м, а по обеим сторонам от волока - ленты шириной 3 м для складирования заготовленных сортиментов, по бокам пасеки - ленты, свободные от сортиментов.

Заезжая на территорию пасеки, сортиментовоз двигался по образованному валу сучьев, уплотнял его и образовывал хорошо укрепленный волок, что значительно улучшало проходимость машины и предотвращало нарезание колеи.

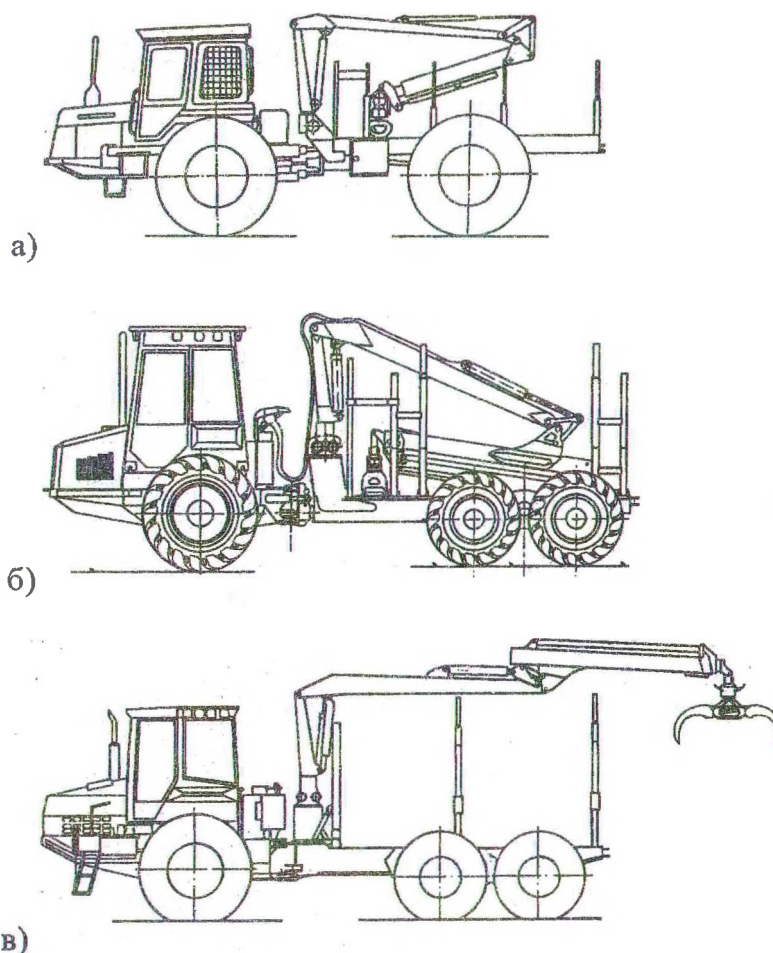


Рис. 1. Лесные погрузочно-транспортные машины
а) МЛПТ-354; б) FMG 1010; в) Valmet 862

Испытания проводились на лесосеках, имеющих породный состав 9С1Б при среднем объеме хлыста $0,2...0,39 \text{ м}^3$. Среднее расстояние трелёвки составляло $400...600 \text{ м}$, нагрузка на рейс - $5...6,2 \text{ м}^3$, скорость движения с грузом 5, в порожнем состоянии - $5,6 \text{ км/ч}$, часовая производительность - $6,5...7,8 \text{ м}^3$ при среднем объеме сортимента $0,12 \text{ м}^3$.

Анализ данных хронометражных наблюдений показал, что при работе погрузочно-транспортной машины большая часть времени цикла (более 40%) расходуется на погрузку-разгрузку вoза сортиментов. Средняя продолжительность обработки одного сортимента при выполнении операции погрузки составляла $30,2 \text{ с}$, а при разгрузке - $15,8 \text{ с}$. Общая средняя продолжительность набора одного вoза составляла $22,4 \text{ мин}$, а его разгрузки - $8,2 \text{ мин}$.

Затраты времени по операциям рейса погрузочно-транспортной машины можно оценить путем сравнения данных производственных испытаний машин FMG-1010 и Valmet 862 (рис.1.). Условия и технология апробации этих машин были одинаковыми, что с полным основанием дает возможность их сравнения.

Средние затраты времени по операциям рейса форвардеров, определяемые по данным фотохронометражных наблюдений, приведены в таблице.

Табл. Средние затраты времени по операциям

Операции	Продолжительность операции					
	МЛПТ-354		FMG 1010		Valmet 862	
	мин	%	мин	%	мин	%
Движение на лесосеку порожним ходом	5,7	12,3	5,9	14,7	8,6	16,5
Погрузка сортиментов на платформу	22,4	48,4	13,8	34,6	18,9	36,4
Переезды по лесосеке при наборе вoза	4,2	9,1	7,0	17,4	7,6	14,6
Движение с грузом на погрузочную площадку	5,8	12,5	5,2	13,1	9,7	18,7
Разгрузка, сортировка и штабелевка сортиментов	8,2	17,7	8,1	20,2	7,2	13,8
Итого затрат времени на рейс	46,3	100,0	40,0	100,0	52,0	100,0
Среднее расстояние подвозки, м	510	-	450	-	670	-
Средняя нагрузка на рейс, м^3	5,8	-	7,9	-	8,3	-

Стратегия эффективного проведения исследования разрабатывалась на основе метода планирования эксперимента, при котором решались две задачи: интерполяционная, целью которой являлось построение поверхности отклика в пространстве изменения факторов, и оптимизационная, которая определяла наилучшее сочетание факторов, обеспечивающих экстремальное значение функции отклика.

В основу методики планирования эксперимента положена разработка плана, т.е. системы опытов, с помощью которой получают математическое описание локальных участков поверхностей отклика параметра оптимизации.

Интерполяционная модель эксперимента при планировании второго порядка имеет вид

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \cdot X_i + \sum_{i,j=1}^n b_{ij} \cdot X_i \cdot X_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} \cdot X_i^2,$$

где b_0 , b_i , b_j - коэффициенты, определяемые на основе плана эксперимента.

Качество полученной математической модели эксперимента оценивается по критерию адекватности.

Проверка адекватности производилась с помощью критерия Фишера:

$$F_p = \frac{\max(S_{ад}^2, S_y^2)}{\min(S_{ад}^2, S_y^2)},$$

где $S_{ад}^2$ - оценка дисперсии адекватности; S_y^2 - оценка дисперсии воспроизводимости опытов.

$$S_{ад}^2 = \frac{1}{N-B} \cdot \sum_{j=1}^N (\bar{Y}_j^э - \bar{Y}_j^р)^2,$$

где $N-B = f_{ад}$ - число степеней свободы адекватности; B - число значимых коэффициентов регрессии; $\bar{Y}_j^э$, $\bar{Y}_j^р$ - соответственно экспериментальное и расчетное значение функций отклика в j -м опыте.

$$S_y^2 = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (Y_{ij} - \bar{Y}_j^р)^2,$$

где N - число серий опытов; k - число параллельных опытов в серии; Y_{ij} - значение функции отклика в j -м параллельном опыте.

Гипотеза об адекватности уравнения регрессии считается справедливой, если

$$F_p \leq F(\alpha, f_{ад}),$$

где F - табличное значение критерия Фишера для определенного уровня значимости и числа степеней свободы.

Методика планирования эксперимента была реализована в виде программного средства на ПЭВМ.

Эксплуатационная эффективность оценивалась часовой производительностью в зависимости от двух факторов - расстояния трелевки и объема пачки сортиментов.

Подстановкой значений коэффициентов в уравнения регрессии была получена математическая модель, описывающая функцию отклика.

$$Y_{\Pi} = 6,005 - 1,553 \cdot X_1 + 0,829 \cdot X_2 + 0,96 \cdot X_1^2 - 0,018 \cdot X_2^2 - 0,118 X_1 \cdot X_2.$$

Для полученных уравнений регрессии расчетное значение критерия Фишера удовлетворяло условию адекватности.

Доля повреждаемых на корню деревьев достигала 5...8% (в основном обдир коры). Применение колесного шасси не оказало значительного влияния на изменение напочвенного покрова. Отмечалось заметное его уплотнение в зоне технологического коридора с образованием колеи глубиной до 8..10 см.

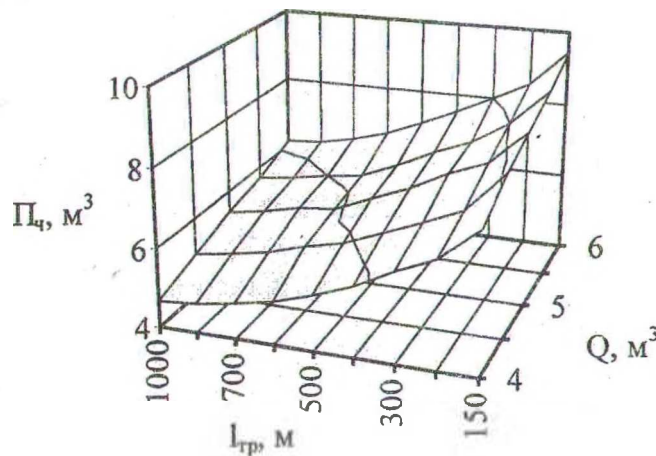


Рис. 2. Поверхность отклика часовой производительности $\Pi_{ч}$

По результатам испытаний опытных образцов проведена доработка конструкции гидропривода манипулятора, что позволило увеличить его быстродействие.

В целом имеется основание считать, что созданная погрузочно-транспортная машина может являться базой для создания семейства лесных колесных машин, которые могли бы обеспечить оснащение предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства необходимым оборудованием для внедрения прогрессивных технологий с учетом необходимых требований экологии и лесовозобновления.